

УДК 621.9.06-539

В.А. Маковцев

## **СИНУСНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА БУДУЩЕГО**

*Анотація. Запропоновані пристрої розширюють технологічні можливості існуючого верстатного обладнання при механічній обробці з високою точністю великогабаритних виробів великої маси, анулюють одноцільові нерозбірні похилі стаціонарні пристрої, значно знижують собівартість продукції, що випускається і скорочують терміни підготовки виробництва нових виробів.*

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.** В машиностроении для механической обработки наклонных поверхностей и отверстий в деталях, узлах и сборочных единицах (ДСЕ) применяются различные типовые базовые универсальные наклонные приспособления:

- столы поворотные;
- столы универсальные;
- универсально-сборные приспособления (УСП);
- универсальные наклонные подставки;
- синусные линейки и так далее.

Однако, несмотря на значительное количество универсальных наклонных приспособлений, при оснащении ДСЕ авиационной и ракетно-космической техники разрабатывают и применяют одноцелевые неразборные наклонные специальные приспособления-клинья (ННСП) различных геометрических параметров и вариантов исполнения габаритами от 100...500 мм до 3000 мм и более, в зависимости от размеров обрабатываемой ДСЕ. При этом ННСП-клинья применяются практически для всех видов механической обработки: при фрезеровании, сверлении, строгании, шлифовании, токарно-карусельных работах и т.д.

Приспособления-клинья разрабатывают и применяют потому, что существующие универсальные наклонные приспособления систем станочной оснастки давно не удовлетворяют потребностям производства или по своим размерам (малые размеры), либо по

недостаточной точности и жесткости. ННСП-клинья фактически дополняют существующие универсальные наклонные приспособления. После механообработки ДСЕ изделий приспособления-клинья, как правило, сдаются на хранение; они занимают значительную площадь цехов и кладовых. Изготовление ННСП-клиньев требует значительных материальных затрат, особенно для приспособлений габаритами 500...3000 мм и более.

**Основная часть.** Снижение затрат на оснастку и повышение оснащенности производства достигается внедрением различных систем переналаживаемой технологической оснастки (ПТО). Для решения проблемы автором предложена замена стационарных ННСП-клиньев на переналаживаемые клинья, которые заменяют универсальные наклонные приспособления, дополняющиеся стационарными ННСП-клиньями. Переналаживаемый клин открывает в машиностроении новую систему построения приспособлений – систему переналаживаемых клиньев, не имеющих ограничений в размерах и нагрузке, дающих при этом возможность обрабатывать наклонные поверхности и отверстия в ДСЕ изделий с точностью до секундных величин. Такую точность обработки, разметочных и контрольно-измерительных работ возможно добиться лишь при использовании синусной линейки, у которой, согласно данных производственных наблюдений, диапазон углового позиционирования 0-30°; габариты обрабатываемых изделий до 0,5 м, а допустимая нагрузка на наклонную плиту до 50 кг. Особенно ценным является то, что механообработка с использованием предложенных переналаживаемых приспособлений в комплекте с существующим станочным оборудованием значительно расширяет технологические возможности последнего настолько, что исключается необходимость дополнительного приобретения дорогих специальных металлорежущих станков; при этом значительно повышаются: точность - до секундных величин; габариты обрабатываемых ДСЕ - до метров и масса ДСЕ - до тонных величин, при механической обработке наклонных поверхностей и отверстий крупногабаритных изделий большой массы (КИБМ).

Ключом к решению проблемы механообработки наклонных поверхностей и отверстий КИБМ и основой для создания новой системы ПТО является переналаживаемый клин (ПК), который

выполняется в одинарном или сдвоенном вариантах, образуя при этом две системы: систему ПК и систему двойного переналаживаемого клина (ДПК), треугольник которых образуется путем механического замыкания расположенных напротив шарнира конца наклонной плиты и основания приспособления при помощи переналаживаемой по высоте и настраиваемой на заданный расчетный размер  $H$  жесткой мерной опоры. Данная опора выполняет две функции: является опорой и одновременно катетом прямоугольного треугольника высотой  $H$ , то есть размерной величиной. Требуемый угол наклона плиты получают путем вычисления высоты  $H$  наладок-мер по соответствующим формулам и установки настроенных на высоту  $H$  наладок-мер под опорными роликами на направляющих:

- для переналаживаемого клина (ось шарнира в приспособлении расположена касательно поверхности ролика):

$$H = L \cdot \sin\alpha - (R - R \cdot \cos\alpha); \quad (1)$$

- для переналаживаемого клина (ось шарнира в приспособлении совпадает с осью ролика (как в синусных линейках):

$$H = L \cdot \sin\alpha, \quad (2)$$

В указанных выше формулах:

$L$  - величина базового размера, то есть расстояние от оси шарнира до центра опорного ролика;

$R$  - радиус опорного ролика, который своей срезанной частью крепится к плите; срез ролика повышает общую жесткость приспособления и устойчивость к ударным нагрузкам;

$\alpha$  - требуемый угол наклонного позиционирования плиты; определяется по чертежу ДСЕ.

Для уменьшения ударной нагрузки под опорный ролик также устанавливаются ложементы.

Предложенная схема ПК универсальная: по ней осуществляется построение синусных универсальных переналаживаемых приспособлений (СУПП) 18-ти типонаправлений:

1) для ПК в одинарном варианте: плоскостей  $H$ ,  $V$ ,  $W$ , двойных углов,  $\pm 90^\circ$  наклона плиты в однорядных одно- и двухопорных вариантах (5 типонаправлений), а также многорядных многоопорных вариантах ПК (5 типонаправлений). Всего 10 типонаправлений; для ПК в сдвоенном варианте (двойной ПК или

ДПК): плоскостей  $H$ ,  $V$ ,  $W$  и двойных углов однорядных одно- и двухпорных (4 типонаправления), а также многорядных вариантах типонаправлений ДПК (4 типонаправления). Всего 8 типонаправлений.

Итого – 18 типонаправлений приспособлений предложенной системы ПТО.

Каждое из указанных выше 18 типонаправлений имеет свои различные типы приспособлений: синусные клинья, синусные прямоугольные наклонные столы, синусные поворотные наклонные столы, синусные поворотные наклонные столы с ручным приводом, синусные поворотные наклонные столы с наладкой, синусные универсальные линейки, синусные универсальные линейки с поворотной планшайбой, синусные кондукторы с наклонной плитой, синусные кондукторы с поворотной плитой, синусные разметочные устройства и так далее.

СУПП в системе ПК – это так называемые односторонние приспособления, в которых опорный ролик, настроенная на расчетный размер концевая наладка-мера и направляющие расположены по одну сторону от оси вращения наклонной плиты приспособления. Предложенные односторонние приспособления требуют значительных усилий при подъеме и угловом позиционировании наклонной плиты.

Имеется развитие СУПП в системе двойного переналаживаемого клина (ДПК), реализуемой в синусных универсальных переналаживаемых устройствах (СУПУ) разнообразных вариантов. Приспособления системы СУПУ создаются в типонаправлениях плоскостей  $H$ ,  $V$ ,  $W$  и двойных углов; они также могут быть выполнены в различных симметричных и асимметричных исполнениях по разнообразным вариантам различных кинематических схем. Многорядные СУПУ имеют более двух рядов, то есть трехрядные, четырехрядные и так далее. В данной статье кинематические схемы ДПК СУПУ не приводятся. Размеры входящих в СУПУ деталей соответствуют размерам деталей СУПП, однако устройство СУПУ значительно сложнее в конструктивном исполнении.

ДПК СУПУ плоскостей  $H$ ,  $V$ ,  $W$  и двойных углов расширяют технологические возможности существующего станочного

оборудования и тем самым исключают необходимость дополнительного приобретения дорогих специальных металлорежущих станков; убирают из проектирования одноцелевые ННСП-клинья с наклонными базовыми поверхностями, повышают точность механической обработки, разметочных и контрольно-измерительных работ до секундных величин, значительно сокращают сроки подготовки производства новых изделий с наклонными поверхностями и отверстиями, повышают культуру производства и снижают себестоимость продукции при значительном повышении качества.

Несмотря на то, что предложенные СУПУ сложнее в проектировании и изготовлении, на угловое позиционирование наклонных плит у них затрачиваются гораздо меньшие усилия, чем в СУПП, что в ряде случаев производственной эксплуатации является ценным преимуществом.

По конструкции наклонных плит СУПП и СУПУ разделяются на две группы:

Синусные устройства с прямоугольной формой наклонных плит.

В данную группу входят синусные клинья, синусные прямоугольные наклонные столы с различными пазами, включая пазы УСП, синусные универсальные линейки.

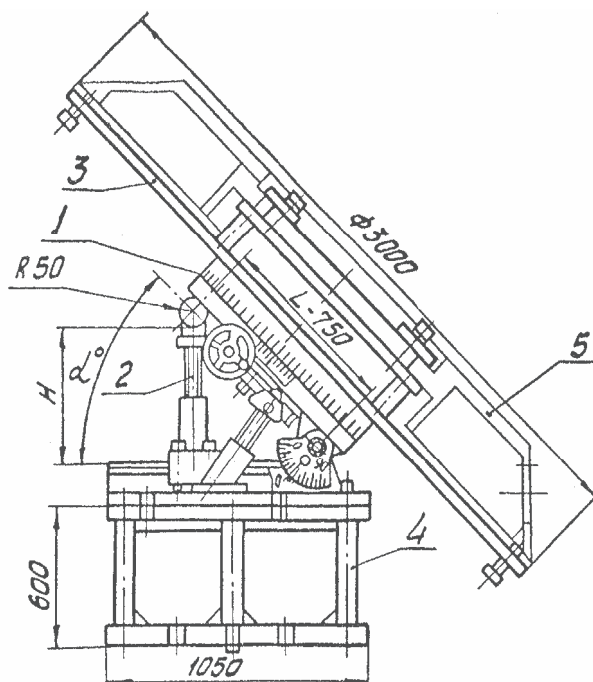
Синусные устройства с наклонной плитой в форме диска (у небольших приспособлений) или поворотной планшайбой (диаметром более 1000 мм). В данную группу СУПП входят различные синусные поворотные наклонные столы и прочие устройства.

В настоящее время из 18-ти предложенных типонаправлений в производстве освоено лишь одно: СУПП горизонтальной плоскости Н. Изготовленные в металле по кинематической схеме ПК горизонтальной плоскости Н и его вариантам, СУПП работают на предприятиях отрасли: на Южном машиностроительном и Павлоградском механическом заводах, обеспечивая успешное решение важных производственных задач.

Максимальное распространение в производственных цехах указанных выше предприятий получили синусные поворотные наклонные столы диаметром планшайбы 1000, 1500 и 2000 мм, на которых проводят механообработку, разметочные и контрольно-

измерительные работы с высокой точностью различных ДСЕ и узлов ракетно-космической техники: головных частей, днищ, конусов, люков, обечаек, обтекателей, отсеков, панелей, проставок, стрингеров, ферм, фитингов, фланцев, цилиндрических корпусов, шпангоутов и других сложных деталей летательных аппаратов. В их числе ракета-носитель «Зенит» по программе «Морской старт», ракета-носитель «Днепр» и другие космические летательные аппараты.

На рис.1 изображена типовая компоновка одностороннего СУПП горизонтальной плоскости Н с наладкой. На данном устройстве (односторонний ПК) обрабатывают детали цилиндрической, конической, сферической и других форм, различные проставки, рамы, фермы и так далее. Размер обрабатываемой детали – до 3000 мм. В зависимости от вида обрабатываемой детали, меняется только наладка 3. Остальные узлы - многократного применения.



1 – стол Ш1000 мм с  $L = 750$  мм; 2 – концевая переналаживаемая винтовая мера; 3 – наладка обрабатываемой детали; 4 – подставка; 5 – обрабатываемая деталь

Рисунок 1 – Типовая компоновка одностороннего СУПП горизонтальной плоскости с наладкой

Новизна технического решения подтверждена авторским свидетельством СССР №1326876.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Предстоит дальнейшая работа по созданию и усовершенствованию предложенной системы технологической оснастки, поскольку из 18-ти типонаправлений в производстве сегодня освоено лишь одно – горизонтальной плоскости Н. Освоение остальных 17-ти типонаправлений построения универсальных переналаживаемых приспособлений и внедрение их во всем машиностроительном производстве – там, где требуется осуществлять механическую обработку, разметочные и контрольно-измерительные работы крупногабаритных изделий большой массы с высокой точностью – работа целых коллективов специальных конструкторских бюро приспособлений и инструментального производства машиностроительных предприятий в ближайшем обозримом будущем, в связи с развитием и совершенствованием изделий авиационной и ракетно-космической техники, возрастанием их габаритов и массы с повышением требований к точности изготовления современных ДСЕ изделий при значительном сокращении сроков подготовки производства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Маковцев В.А. Системное проектирование переналаживаемой технологической оснастки// Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 1(24), Днепропетровск, 2003.- С. 90 – 94.
2. Маковцев В.А. Системное проектирование концевых мер для синусных универсальных переналаживаемых приспособлений// Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 3(56), Днепропетровск, 2008.- С. 60 – 64.
3. А.С. № 1326876 СССР, МКИ<sup>Ч</sup> G01B5/24. Синусная линейка. (В.А. Маковцев, А.С. Маковцев).- Опубл. в Б.И., 1987 - №28.- С.136.

Получено 12.09.2010г.